

Lean Production, Fabrikplanung, Aus- und Weiterbildung

Kompetenz erwerben in der Lean-Lernfabrik

Von der Fabrikplanung bis zum Shopfloor-Management

M. Schneider, M. Ettl, P. Thams

Der Einsatz von Methoden und Werkzeugen der „Lean Production“ sorgt in den meisten Branchen für hohe Produktivitätsgewinne. Die erfolgreiche Anwendung setzt jedoch eine fundierte Ausbildung der beteiligten Mitarbeiter voraus. Mit dem eigens entwickelten „PuLL“-Planspiel werden in der Lean-Lernfabrik des Kompetenzzentrum Produktion und Logistik Landshut (PuLL) die Lerninhalte anschaulich vermittelt. Der Fachartikel beschreibt das fünfstufige Konzept zur praxisnahen Ausbildung eines umfassenden Systemverständnisses der schlanken Produktion und Logistik.

Lean from the beginning

In most industrial sectors the use of lean methods and tools leads to high productivity gains. However the successful application requires a competent knowledge among the involved employees. The Kompetenzzentrum Produktion und Logistik Landshut (PuLL) teaches the learning objectives descriptively with its self-developed PuLL-business game in the Lean-learning factory. The following article describes the five-stage concept for a practical education of a holistic understanding in lean production and logistics.

„Sag es mir, und ich werde es vergessen. Zeig es mir, und ich werde mich erinnern. Beteilige mich, und ich werde verstehen.“ Diese alte Weisheit des chinesischen Philosophen Lao Tse aus dem 6. Jh. v. Chr. findet auch in der heutigen Gesellschaft noch großen Zuspruch. Nahezu jeder hat sicherlich im beruflichen und/oder privaten Umfeld bereits die Erfahrung gemacht, dass bestimmte Sachverhalte und Zusammenhänge erst durch selbständiges Durchführen beziehungsweise aktives Mitwirken vollständig zu erfassen sind („learning by doing“). Auch die Wissenschaft untersucht diesen Effekt, um zu überprüfen inwieweit praktische Erfahrungen geeignet sind, die Effektivität des Lernprozesses an lernorientierten Einrichtungen wie Schulen, Hochschulen und Universitäten maßgeblich zu erhöhen.

1 Kein Erwerb von Kompetenz ohne praktische Erfahrung

Reines Faktenwissen reicht meist nicht aus, um komplexe Aufgabenstellungen zu bewältigen. Dieses Phänomen wird in der Didaktik als „träges Wissen“ bezeichnet. Dies bedeutet

beispielsweise, dass das durch klassischen Frontalunterricht erlernte Wissen nicht jederzeit abgerufen und auf komplexe Situationen übertragen werden kann. Als Ursache für das Scheitern dieses Wissenstransfers wird häufig der fehlende Praxisbezug angeführt [1]. Der Erwerb von Kompetenz geht über das rein theoretisch vorhandene, träge Wissen hinaus. Sie umfasst zusätzlich die Fähigkeit, Wissen praxisgerecht anzuwenden und folglich auftretende Probleme lösen zu können. Erst wenn die Verbindung zwischen Wissen und Können hergestellt ist, spricht man von Kompetenz [2]. Gerade bei der Schulung von Prinzipien, Methoden und Werkzeugen der Lean Production erscheinen die Lernarten „Erfahrungslernen“ und „praktisches Üben“ deshalb besonders geeignet. Sie unterstützen den Kompetenzaufbau und bereiten damit die Teilnehmer auf das breite Spektrum an Anforderungen im Berufsalltag vor. Vor diesem Hintergrund hat das Kompetenzzentrum PuLL ein fünfstufiges Planspiel entwickelt, das den Kompetenzaufbau in der Lean-Lernfabrik unterstützt.

2 Planspiel als praxisorientiertes Lerninstrument

Ein Planspiel ist ein Instrument, mit dessen Hilfe komplexe Situationen dargestellt werden können, um diese spielerisch zu erfahren und dadurch besser verstehen und einschätzen zu können. Als besonders hilfreich erweisen sich Planspiele bei Sachverhalten, die aufgrund ihrer Komplexität intransparent und schwer zu vermitteln sind. Sein Einsatz verfolgt immer einen lernbezogenen Zweck und grenzt sich demzufolge vom Spielvergnügen der klassischen Art ab. Im Verlauf des Spielgeschehens wird jede teilnehmende Person Bestandteil des Planspiels. Die Teilnehmer agieren während des Planspiels als eigenes Team in den zur Verfügung gestellten Räumlichkeiten und mit dem bereitgestellten Material. Die Auswirkungen des Handelns werden an die Teilnehmer rückgekoppelt. Diese aktive Beteiligung aller Personen hat zur Folge, dass betriebswirtschaftliche und soziale Systeme – im Vergleich zu herkömmlichen Lernmethoden – besser erfasst, erklärt und letztendlich verstanden werden. Maßgeblich für den Lernerfolg sind demzufolge die Handlungen der Teilnehmer sowie die daraus hervorgehenden Konsequenzen [3].

Diese Beziehung zwischen selbständigem Handeln und Rückkopplung stellt den Kern eines Planspiels dar und zählt in der psychologischen Forschung darüber hinaus zu den wichtigsten Einflussgrößen im Lernprozess. In der Realität können Fehlentscheidungen häufig drastische Auswirkungen auf die zukünftige Entwicklung des Systems haben. Daher eignet sich das reale Umfeld nur bedingt zum Lernen und Experimentieren. Anders als in der Realität können bei Planspielen Handlungsalternativen ausgetestet und deren Ergebnisse später auf die reale Welt übertragen werden. Handlungsfehler während eines Planspiels sind zu einem gewissen Grad auch wünschenswert, da das Begehen eines Fehlers einen besonderen Lerneffekt hervorruft.

Prof. Dr. Markus Schneider
Dipl.-Wirt. Ing. (FH) Michael Ettl
Dipl.-Wirt. Ing. (FH) Philipp Thams
Kompetenzzentrum Produktion und Logistik Landshut (PuLL)
Am Lurzenhof 1, D-84036 Landshut
Tel. +49 (0)871 / 506-628 oder -132
Fax +49 (0)871 / 506-590
E-Mail: info@p-u-l-l.de oder michael.ettl@fh-landshut.de
Internet: www.p-u-l-l.de oder www.lean-lernfabrik.de

Tabelle. Die vier Phasen eines Planspiels [4]

Erfahrung	Reflexion	Generalisation	Anwendung
Bei der Simulation sehen sich die Teilnehmer mit den Konsequenzen ihrer Entscheidungen konfrontiert. Diese Konsequenzen werden durch das Verhalten anderer Teilnehmer und der Simulationentwicklung ersichtlich.	Es erfolgt eine kurze Feedback-Runde. Dabei diskutieren die Teilnehmer den Spielverlauf und halten Gefühle sowie Erfahrungen fest.	Die Simulation wird umfassend analysiert. Die Teilnehmer identifizieren typische Verhaltensmuster und stellen gemeinsam einen Bezug zwischen Theorien und der realen Welt her. Zudem werden Konsequenzen festgelegt.	In einer neuen Simulation versuchen die Teilnehmer die Erkenntnisse und Konsequenzen zu realisieren.

Aufgrund der Praxisorientierung ist die Lehrmethode Planspiel eine bedeutsame Ergänzung zu klassischen Lehr-Lern-Methoden. Das Lernen durch eigene Erfahrung verdeutlicht und festigt das theoretische Wissen. Darüber hinaus fördert diese Methode durch das „learning by doing“ die von der Wirtschaft verstärkte nachgefragten sozialen, methodischen und persönlichen Kompetenzen. Neben dem erhöhten Lernerfolg wirkt sich das Erfahrungslernen zudem positiv auf die Motivation der Teilnehmer aus [4].

Planspiele folgen bei der Durchführung einem vorgegebenen Muster. Der Verlauf untergliedert sich grundsätzlich in die vier Phasen Erfahrung, Reflexion, Generalisation und Anwendung (Tabelle). Zusätzlich unterscheiden sich Planspiele aufgrund des gewählten Spielansatzes. Dabei differenziert man zwischen geschlossenen und offenen Planspielen. Im Gegensatz zum offenen Planspiel weisen geschlossene Planspiele feste Spielregeln und Strukturen auf. Aufgrund dessen ist die Entscheidungsfreiheit der Teilnehmer immer zu einem gewissen Grad eingeschränkt. Der Spielverlauf des geschlossenen Planspiels ist durch unterschiedliche Stufen und Schritte gekennzeichnet, wobei jeder Schritt eine logische Konsequenz des vorhergegangenen Schrittes darstellt. Die Unterschiede zwischen den Teilnehmern sind funktionsbedingt, das heißt, jeder Teilnehmer übernimmt eine spezifische Rolle im Spielgeschehen [3].

Offene Planspiele grenzen sich im Wesentlichen durch einen geringeren Grad an Vorherbestimmung von geschlossenen Planspielen ab. Da es in offenen Planspielen nur wenige Spielregeln gibt, sind die Teilnehmenden in ihrer Handlungsfreiheit weniger eingeschränkt. Folglich dominieren individuelle Entscheidungen das Spielgeschehen, wodurch sich häufig eine zufällige Spielentwicklung ergibt. Der Trainer hat lediglich eine unterstützende Funktion und hilft den Teilnehmern dabei, die Erkenntnisse auf die reale Welt zu projizieren. Beim offenen Planspiel steht damit das eigenständige Lernen noch weiter im Vordergrund [3].

3 PuLL-Planspiel in der Lean-Lernfabrik

Im eigens entwickelten PuLL-Planspiel erhalten die Teilnehmer in fünf aufeinander aufbauenden Stufen einen Einblick in das breite Spektrum der modernen und schlanken Produktion und Logistik (Bild 1). Nach einer Theorieschulung führt der Praxisteil die Teilnehmer von der digitalen Fabrikplanung über die Montage- und Logistikprozessgestaltung bis hin zum operativen Betrieb in der Musterfabrik. Das Planspiel

gestattet den Teilnehmern, spielerisch theoretisch Bekanntes praktisch zu erproben und Systemzusammenhänge zu erkennen.

Stufe 0: Theorieschulung

Zur Vorbereitung der Teilnehmenden auf den praktischen Teil des Planspiels muss zunächst eine Basis in Form von theoretischen Kenntnissen geschaffen werden. Die Studenten der Hochschule erhalten durch die Teilnahme an den Vorlesungen zu den entsprechenden Praktika fundierte Kenntnisse über die schlanke Produktion und Logistik sowie deren Methoden und Werkzeuge. Für Unternehmen bietet das Kompetenzzentrum PuLL eine Grundlagenschulung, die den Mitarbeitern einen Einblick in die „Lean-Philosophie“ gewährt. Das erlangte Methodenwissen kann von den Teilnehmenden in der praktischen Schulung sofort in die Tat umgesetzt, gefestigt und verstanden werden.

Stufe 1: Lean Factory Design

Bereits 70% bis 80% der Herstellungskosten eines Produktes werden durch die Planung und Konstruktion der Fabrik festgelegt. Ist das Layout – die Anordnung verschiedener Arbeitsplätze und Maschinen – nicht optimal gestaltet, sind unnötige oder lange Fahr- und Laufwege und ein damit verbundener erhöhter Transportaufwand die Konsequenz. Diese bereits in der Fabrikplanung entstandenen Defizite lassen sich dann durch reine Optimierung nicht mehr beseitigen [5].

Zur Vorbeugung der genannten Schwachstellen bereits in der Planungsphase kommen Methoden der „Digitalen Fabrik“ zur Anwendung. Deshalb startet der praktische Teil des Planspiels mit der schlanken Gestaltung der Werksstruktur. „Lean Factory Design“ beschreibt in diesem Zusammenhang das Ziel, bereits von Beginn an die Strukturen der Fabrik mithilfe der Lean-Prinzipien effizient zu gestalten. In Form eines offenen Planspiels ist es die Aufgabe der Teilnehmer, in Gruppenarbeit eine Fabrik für die Herstellung von Traktorenkomponenten zu entwerfen, die den Kriterien einer schlanken Produktion und Logistik entspricht. Zum Erreichen der Zielstellung sind beispielsweise eine materialflussgerechte Anordnung der Bereiche und Maschinen, logistisch günstige Transportwege, Mehrfachmaschinenbedienung und humane Arbeitsbedingungen umzusetzen. Hierbei durchlaufen die Teilnehmer alle bedeutenden Phasen der Fabrikplanung, von der Aufgabenanalyse über die Dimensionierung und Ideal-

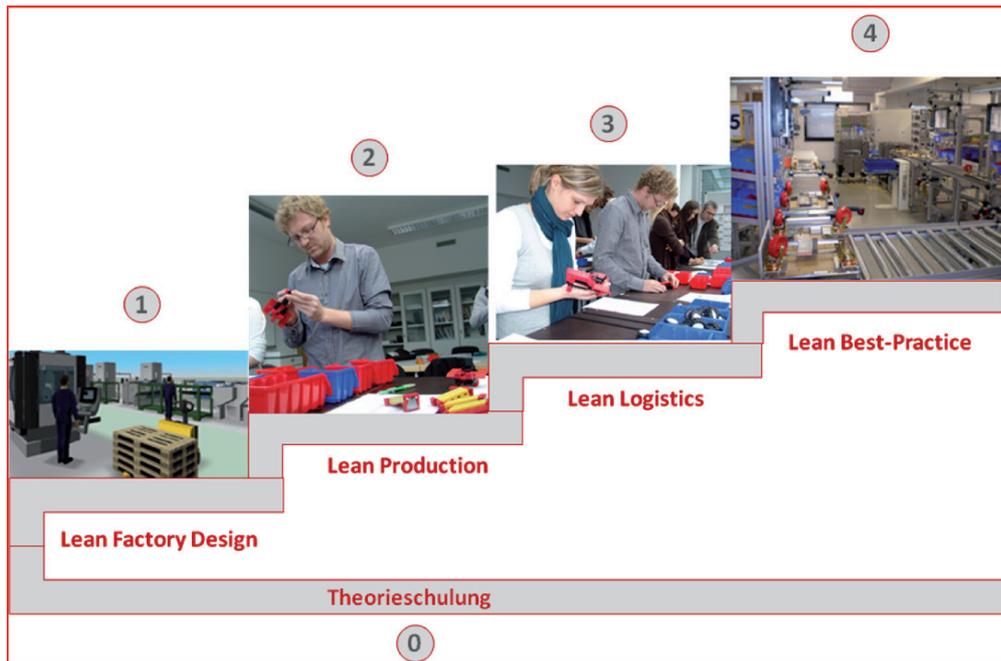


Bild 1. 5-stufiges Konzept des „PuLL“-Planspiels

planung bis hin zur detaillierten Ausgestaltung eines umsetzungsfähigen Konzeptes.

Parallel zum Ablauf der Planungsmethodik setzen die Teilnehmer ihre Planungsergebnisse digital in der Planungssoftware um. Dazu kommt die Planungssoftware „visTABLEtouch“ – in Kombination mit einem 42-Zoll-Touchscreen zur verbesserten Bedienung – zum Einsatz. Die Einbindung des Bildschirms zusammen mit der touchscreenfähigen Software

erlaubt einen partizipativen Planungsansatz, der alle Teilnehmer mit in die Diskussion einbindet (**Bild 2**). Verschiedene Planungsalternativen, beispielsweise bei der Anordnung von Maschinen und Bereichen, können damit einfach und schnell ausprobiert und in der Gruppe diskutiert werden. Beim Erstellen des Detail-Layouts ist die Berücksichtigung von diversen Restriktionen, die Feinplanung einzelner Fertigungsbereiche unter Zuhilfenahme der 3D-Ansicht sowie das Anlegen eines Transportnetzes erforderlich. Das „Highlight“ der vierstündigen Veranstaltung stellt die abschließende 3D-Kamerafahrt durch die selbst geplante Fabrik dar.

Stufe 2: Lean Production

Die Stufe 2 „Lean Production“ baut thematisch direkt auf der Stufe 1 „Lean Factory Design“ auf. Die digitale Fabrikplanung endet mit der detaillierten Ausplanung einzelner Fertigungsbereiche in 3D. Die Montage wurde dabei allerdings zunächst als „Black Box“ betrachtet und blieb ungeplant. Hierzu wechseln die Teilnehmer die Methode, von der digitalen Fabrik zum 3P-Workshop. Aufgabe der Teilnehmer ist es dabei, die Montage der Traktoren im Team schrittweise zu optimieren. Die gesamte Montagelinie mit Haupt- und Nebenstrang sowie Logistik betreiben die Teilnehmer eigenständig (**Bild 3**). Im Verlauf des Planspiels wird der „schlechte“ Ausgangszustand der Montagelinie mit dem Einsatz von Methoden und Werkzeugen der Lean Production kontinuierlich verbessert. In den einzelnen Optimierungsschritten werden gezielt einzelne Effekte isoliert und deren Auswirkungen an die Teilnehmer rückgekoppelt. Dazu zählen unter anderem die Beseitigung von Engpässen und die Implementierung einer Pull-Steuerung.

Die Handlungsfreiheit der Teilnehmer in Stufe 2 des PuLL-Planspiels ist durch Vorgaben zu einem gewissen Grad begrenzt. Daher besitzt diese Stufe den Charakter eines geschlossenen Planspiels. Um die bereits erreichten Fortschritte sichtbar zu machen, ist die Schulung in ihrem Ablauf in meh-



Bild 2. Die Planungssoftware „visTABLEtouch“ und ein 42-Zoll-Touchscreen zur verbesserten Bedienung unterstützen die Stufe 1 „Lean Factory Design“



Bild 3. Praxisorientiertes Lernen der „Lean Production“-Methoden

rere Simulationsrunden gegliedert. Die jeweilige Reflexionsrunde im Anschluss an die Simulation ist hierbei von zentraler Bedeutung. Dabei werden die Veränderungen zur Vorrunde mithilfe von Kennzahlen analysiert, diskutiert und festgehalten. Die zuvor in der Theorie erarbeiteten Methoden und Gestaltungsprinzipien sind jetzt – insbesondere aufgrund der Reflexion der jeweiligen Optimierungsschritte – für die Teilnehmer greifbar. Der Lernprozess basiert auf praktischen Erfahrungen und unterstützt damit die Erkenntnis, dass schlanke Prozesse ein großes Potential aufweisen und deshalb anzustreben sind.

Stufe 3: Lean Logistics

Die dritte Stufe des PuLL-Planspiels ist als offenes Planspiel konzipiert und baut direkt auf der zweiten Stufe auf. Das Team muss selbständig Lösungen für die Optimierung der logistischen Abläufe der Traktorenmontage entwickeln. Beispielsweise stellen die Teilnehmer die Nachschubversorgung eines Bauteils auf einen funktionierenden Kanban-Prozess um. Für ein weiteres Bauteil entwickelt und implementiert das Team einen Just-in-Sequence-Prozess. Die erforderliche, kundenspezifische Variante muss in der Sequenz der Hauptlinie angeliefert werden. Der Erfolg des entwickelten Logistikkonzepts wird für die Teilnehmer in der nachfolgenden Simulationsrunde sowie der dazugehörigen Reflexionsrunde erkennbar. Da den Teilnehmern in diesem Teil des Planspiels sehr viel Freiraum eingeräumt wird, stellt die Interpretation und Bewertung der kaum vorhersehbaren Lösungsvorschläge besondere Herausforderungen an den Trainer. Am Ende der Stufe 3 haben die Teilnehmer die wichtigsten Gestaltungsprinzipien sowie Methoden und Werkzeuge zu deren Umsetzung gelernt und selbst angewendet.

Stufe 4: Lean Best-Practice

Wie die einzelnen Prinzipien im operativen Betrieb auch technologisch umgesetzt werden können, erleben die Teilnehmer in der vierten Stufe. Diesbezüglich umfasst die Lean-

Lernfabrik auch eine Musterfabrik, die nach den Prinzipien des „Toyota-Produktionssystems“ aufgebaut ist (Bild 4). Die praktisch umgesetzten Prinzipien der schlanken Produktion und Logistik können in der Musterfabrik auf dem technisch neuesten Stand betrachtet sowie erneut angewendet und vertieft werden. Neben einer getakteten U-Zelle, optimal gestalteten Arbeitsplätzen mit „Lean-gerechter“ Materialbereitstellung und Materialabruf über WLAN, steht den Teilnehmern sogar ein elektrisch betriebener Routenzug zur Verfügung. Durch die authentische Gestaltung erhalten die Beteiligten das Gefühl, in einer realen Produktion mitzuwirken. In Zukunft kommt noch eine weitere Planspielvariante hinzu, der schrittweise Umbau von einer Werkstattfertigung in eine Fließfertigung. Zudem werden im Rahmen des staatlich geförderten Forschungsprojektes „Layout based Order Steering (LOS1)“ ein Manufacturing-Execution-System (MES) zur Feinplanung von Kundenaufträgen mit der Layout-Planung und einem Indoor-Ortungssystem verbunden. Ziel des Projektes ist es, in der Musterfabrik erstmalig ein System zur selbstregelnden Auftragssteuerung mithilfe eines prozessorientierten Layouts und eines Indoor-Ortungssystems zu implementieren.

4 Praxisorientiertes Lernen im PuLL-Planspiel

Im Gegensatz zu klassischen Lehr-Lern-Methoden werden durch die Teilnahme an Planspielen beziehungsweise durch das Mitwirken in einer Lernfabrik andere Kompetenzbereiche beansprucht und gefördert. Das Lösen definierter Problemstellungen, wie man sie aus dem schulischen Kontext kennt, erfolgt häufig algorithmisch durch eine systematische Vorgehensweise. Hierbei werden primär technische, situationsbedingte und methodische Kompetenzen abverlangt. Aus dem Zusammenspiel dieser genannten Kompetenzen ergibt sich ein autonomes Handlungsmuster, welches persönliche und soziale Kompetenzen größtenteils unbeachtet lässt. Da komplexe Aufgabenstellungen in der Praxis häufig von sehr individueller Natur sind und folglich nicht ausschließlich algorithmisch bewältigt werden können, ist ein erfindarisches



Bild 4. Musterfabrik nach den Prinzipien des „Toyota-Produktionssystems“

Vorgehen notwendig. Dieser heuristische Lösungsansatz entspricht somit eher dem strategischen Vorgehen eines Experten im Berufsalltag. Neben technischen und methodischen Kompetenzen sind in diesem Fall zusätzlich noch soziale und persönliche Kompetenzen erforderlich [6].

Im Kompetenzzentrum PuLL werden Planspiele verwendet, um genau dieses heuristische und wesentlich realitätsnähere Vorgehen zu erlernen und zu fördern. In kleinen Gruppen lösen die Teilnehmer situationsbedingt Probleme und Aufgabenstellungen mithilfe von bekanntem Methodenwissen. Das gemeinsame Entdecken, kreatives Problemlösen und der Spaß am Lernen stehen hierbei im Vordergrund. Insbesondere garantiert das selbständige Erforschen, Durchleuchten und Hinterfragen von Sachverhalten ein übergreifendes Systemverständnis sowie einen anhaltenden Lerneffekt. Ist erst einmal ein grundlegendes Verständnis für die Materie geschaffen, lässt sich das erworbene Wissen ebenso auf weitere Aufgabenstellungen übertragen. Genau das ist auch die Zielsetzung der Lean-Lernfabrik: Den Teilnehmern praxisnahes Wissen zu vermitteln und diese somit auf ideale Weise auf bevorstehende Aufgabenstellungen und Herausforderungen im Berufsleben vorzubereiten. □

Literatur

- [1] Riedl, A.: Grundlagen der Didaktik. Stuttgart: Franz-Steiner-Verlag 2004, S. 48
- [2] Klieme, E. u. a.: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Bildungsforschung. Band 1. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung 2007, S. 73
- [3] Blötz, U.: Planspiele in der beruflichen Bildung. Bielefeld: Bertelsmann-Verlag 2008, S. 14 ff.
- [4] Kriz, W.: Lernziel: Systemkompetenz. Planspiele als Trainingsmethode. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2000
- [5] Schneider, M.: Mit 3D zur schlanken Fabrik. LOG. Kompass (2011) H. 6, S. 28
- [6] Erpenbeck, J.; Rosenstiel, L.: Handbuch Kompetenzmessung: Erkennen, verstehen und bewerten von Kompetenzen in der betrieblichen, pädagogischen und psychologischen Praxis. Stuttgart: Schäffer-Poeschel-Verlag 2007